

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/KR04/003388

International filing date: 22 December 2004 (22.12.2004)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: KR
Number: 10-2003-0094413
Filing date: 22 December 2003 (22.12.2003)

Date of receipt at the International Bureau: 21 April 2005 (21.04.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

**This is to certify that the following application annexed hereto
is a true copy from the records of the Korean Intellectual
Property Office.**

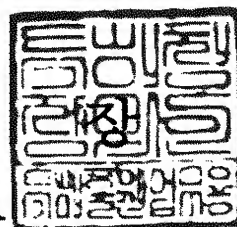
출 원 번 호 : 특허출원 2003년 제 0094413 호
Application Number 10-2003-0094413

출 원 년 월 일 : 2003년 12월 22일
Date of Application DEC 22, 2003

출 원 인 : 어댑티브플라즈마테크놀로지 주식회사
Applicant(s) ADAPTIVE PLASMA TECHNOLOGY CORPORATION

2005 년 2 월 3 일

특 허 청
COMMISSIONER



【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0014
【제출일자】	2003.12.22
【국제특허분류】	H01L
【발명의 명칭】	낮은 플라즈마 소스 파워를 사용하여 높은 식각 선택비를 구현하는 플라즈마 식각 방법
【발명의 영문명칭】	Plasma etching method for obtaining high selectivity in using low plasma source power
【출원인】	
【명칭】	어댑티브플라즈마테크놀로지 주식회사
【출원인 코드】	1-2002-025656-1
【대리인】	
【성명】	이영필
【대리인 코드】	9-1998-000334-6
【포괄위임등록번호】	2003-016880-3
【대리인】	
【성명】	이해영
【대리인 코드】	9-1999-000227-4
【포괄위임등록번호】	2003-016881-1
【발명자】	
【성명의 국문표기】	송영수
【성명의 영문표기】	SONG, Yeong Su
【주민등록번호】	690125-1000913
【우편번호】	467-863
【주소】	경기도 이천시 부발읍 신하6리 신한아파트 101동 1205호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	오상룡
【성명의 영문표기】	OH, Sang Ryong
【주민등록번호】	690322-1784216

【우편번호】	442-470
【주소】	경기도 수원시 팔달구 영통동 롯데아파트 946-1107
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김승기
【성명의 영문표기】	KIM,Sheung Ki
【주민등록번호】	610602-1482611
【우편번호】	463-902
【주소】	경기도 성남시 분당구 이매동(이매촌) 삼환아파트 1106동 1101호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김남헌
【성명의 영문표기】	KIM,Nam Heon
【주민등록번호】	581116-1017933
【우편번호】	442-470
【주소】	경기도 수원시 팔달구 영통동 973-3 벽적골 두산아파트 804-302
【국적】	KR
【심사청구】	청구
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인 이영필 (인) 대리인 이해영 (인)
【수수료】	
【기본출원료】	20 면 29,000 원
【가산출원료】	3 면 3,000 원
【우선권주장료】	0 건 0 원
【심사청구료】	5 항 269,000 원
【합계】	301,000 원
【감면사유】	소기업 (70%감면)
【감면후 수수료】	90,300 원
【첨부서류】	1. 요약서·명세서(도면)_1통 2. 소기업임을 증명하는 서류_1통

【요약서】

【요약】

낮은 플라즈마 소스 파워(plasma source power)를 사용하여 높은 식각 선택비를 구현하는 플라즈마 식각 방법을 제공한다. 본 발명의 일 관점에 따른 플라즈마 식각 방법은, 내부에 웨이퍼가 장착되는 공정 챔버, 웨이퍼의 후면에 바이어스 파워(bias power)를 인가하는 바이어스 파워부, 공정 챔버에 도입되는 반응 가스를 플라즈마화 하기 위해 공정 챔버 상에 도입되고 코일 부싱(coil bushing), 및 코일 부싱에서 분리되어 코일 부싱 주위를 감싸게 감기는 둘 이상 다수 개의 단위 코일들을 포함하는 플라즈마 소스 코일 구조체, 및 플라즈마 소스 코일 구조체에 플라즈마 발생을 위한 소스 파워를 인가하는 소스 파워부를 포함하는 플라즈마 챔버 장비의 공정 챔버에 웨이퍼를 장착하고, 소스 파워를 500W 이하로 인가하며 반응 가스를 공정 챔버 내로 공급하여 웨이퍼 상을 선택적으로 식각한다.

【대표도】

도 3

【명세서】

【발명의 명칭】

낮은 플라즈마 소스 파워를 사용하여 높은 식각 선택비를 구현하는 플라즈마 식각 방법 {Plasma etching method for obtaining high selectivity in using low plasma source power}

【도면의 간단한 설명】

도 1은 본 발명의 실시예에 의한 플라즈마 챔버 장치를 설명하기 위해서 개략적으로 도시한 단면도이다.

도 2는 본 발명의 실시예에 의한 플라즈마 챔버 장치에 도입된 플라즈마 발생 코일을 설명하기 위해서 개략적으로 도시한 평면도이다.

도 3은 본 발명의 실시예에 의한 플라즈마 챔버 장치를 사용한 플라즈마 식각 방법을 설명하기 위해서 개략적으로 도시한 흐름도 (flow chart)이다.

도 4a 및 도 4b는 본 발명의 실시예에 의한 플라즈마 챔버 장치를 사용한 플라즈마 식각 방법을 설명하기 위해서 개략적으로 도시한 단면도들이다.

도 5는 본 발명의 실시예에 의한 플라즈마 챔버 장치를 사용한 플라즈마 식각 방법의 효과를 설명하기 위해서 개략적으로 도시한 주사전자현미경 (SEM: Scanning Electron Microscope) 사진이다.

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

- <6> 본 발명은 반도체 소자 제조에 관한 것으로, 특히, 플라즈마 챔버 (plasma chamber) 장치를 사용하여 패턴을 형성하는 식각 과정을 수행할 때 낮은 플라즈마 소스 파워 (plasma source power)를 사용하여 높은 식각 선택비 (high selectivity)를 구현하는 플라즈마 식각 방법을 제공하는 데 있다.
- <7> 현재, 반도체 소자가 급격히 고집적화되고 디자인 룰 (design rule)이 급격히 감소함에 따라, 반도체 소자를 제조하는 공정에 플라즈마를 사용하는 챔버 장치의 사용이 빈번해지고 있다. 플라즈마 챔버는 챔버 내부에 플라즈마를 생성시키고, 이 플라즈마를 이용하여 식각 또는 증착 등의 공정을 수행하는 반도체 제조 장치이다.
- <8> 이러한 플라즈마 챔버 장치는 플라즈마 발생 소스 (source)에 따라 전자 사이클로트론 공진 (ECR; Electron Cyclotron Resonance) 플라즈마 소스, 헬리콘파 여기 플라즈마 (HWEP; Helicon-Wave Excited Plasma) 소스, 용량성 결합 플라즈마 (CCP; Capacitively Coupled Plasma) 소스, 유도성 결합 플라즈마 (ICP; Inductively Coupled Plasma) 소스 등 여러 가지 형태로 분류되고 있다.
- <9> 이 중 ICP 소스의 챔버 장치는, 유도 코일에 RF (Radio Frequency) 전력을 공급하여 자기장을 발생시키고, 이 발생된 자기장에 의해 유도된 전기장에 의하여 챔버 내부에 전자를 가두어 낮은 압력에서도 고밀도 플라즈마를 생성시키고 있다. 이러한

ICP 소스 형태의 플라즈마 챔버 장치는, 대면적의 플라즈마를 상대적으로 용이하게 얻을 수 있다는 장점으로 인하여 널리 사용되고 있다.

<10> ICP 소스의 플라즈마 챔버 장치는 플라즈마 소스 코일(plasma source coil)이 공정 챔버(process chamber)의 상측에 설치된 형태로 기본적으로 구성된다. 플라즈마 소스 코일에 제공되는 RF 파워(power)에 의해서 공정 챔버의 상측으로 도입되는 반응 가스들이 플라즈마화된다. 반응 가스의 플라즈마는 공정 챔버의 바닥측에 도입된 반도체 기판 또는 웨이퍼(wafer) 상에 제공되어 식각 반응 등을 수행하게 된다.

<11> 그런데, 반도체 소자가 급격히 고집적화되고 디자인 룰(design rule)이 급격히 감소함에 따라, 포토레지스트(PR: PhotoResist)는 점점 얇아지고, 회로 선폭 역시 좁아지고 있다. 이에 따라, 반도체 소자 제조를 위한 식각 공정, 예컨대, 금속 라인(metal line)을 위한 식각에서는 매우 높은 식각 선택비가 더욱 절실히 요구되고 있다.

<12> 이는, 포토리소그래피(photolithography) 과정에서 도입되는 PR의 두께는 반도체 소자의 고집적화에 따라 점점 더 얇아지고 있는 데 반해, 식각 대상층인 절연층, 예컨대, 하드 마스크층(hard mask-layer)의 두께는 점차 더욱 두꺼워지기는 데 주로 기인한다. 더욱이, PR층 하부에 유기 바닥 반사 방지막(organic bottom anti-reflective coating)이 필수적으로 도입됨에 따라, 더욱 더 PR의 두께는 낮아질 수밖에 없다. 따라서, 고집적 반도체 소자 제조를 위한 식각 과정에는 높은 PR 선택비를 구현하는 것이 중요시되고 있다.

<13> 그런데, 현재까지의 알려진 ICP 소스 형태의 플라즈마 챔버 장치로서는 높은 포토레지스트(PR) 식각 선택비를 구현하기가 매우 어렵다고 알려져 있다. 이는 알려진

ICP 소스 형태의 플라즈마 챔버 장치에서 금속 라인 패턴의 수직 프로파일(vertical profile)을 원하는 수준으로 얻기 위해서는, 높은 플라즈마 소스 파워, 예를 들어, 대략 800W 내지 1000W 이상의 소스 파워를 인가하여야 하는 데 기인한다.

<14> 이러한 높은 플라즈마 소스 파워의 인가는 상대적으로 PR 선택비를 감소시키는 것으로 알려져 있다. 따라서, 알려진 ICP 소스 형태의 플라즈마 챔버 장치에서 플라즈마 소스 파워를 대략 1000W 정도 인가할 경우 대략 2.5 이하의 낮은 PR 선택비도 구현하기 어려운 상태이다. 또한, 이와 같이 높은 플라즈마 소스 파워를 인가할 경우, 높은 플라즈마 소스 파워에 의해서 웨이퍼 아킹(wafer arcing) 문제 및 공정 챔버 내부 부품들의 식각에 따른 파티클(particle) 확률 증가 문제가 크게 발생할 수 있다.

<15> 따라서, 높은 PR 선택비의 구현 및 파티클 문제의 해소를 위해서는, 플라즈마 소스 파워를 보다 낮게 인가하는 것이 절실히 요구된다. 그러나, 앞서 설명한 바와 같이 현재까지 알려진 ICP 소스 형태의 플라즈마 챔버 식각 장치는 패턴의 수직 프로파일을 확보하기 위해서 플라즈마 소스 파워를 높게 유지해야 하므로, 파티클 문제 및 PR 선택비의 제고를 위해 플라즈마 소스 파워를 낮출 경우 금속 라인 패턴의 수직 프로파일이 훼손되는 문제가 수반된다. 즉, 높은 PR 선택비와 패턴의 수직 프로파일은 현재 ICP 소스 형태의 플라즈마 장치에서는 상충 관계에 있다.

<16> 그러므로, 보다 낮은 플라즈마 소스 파워에서도 패턴의 양호한 수직 프로파일을 구현하며, 높은 생산 효율을 위해 식각을 또한 높은 수준으로 유지할 수 있고, 또한, 높은 PR 선택비를 구현할 수 있는 플라즈마 식각 챔버 장치 및 이를 이용하는 플라즈마 식각 방법의 개발이 요구되고 있다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<17> 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는, 보다 낮은 플라즈마 소스 파워에서도 패턴의 양호한 수직 프로파일을 구현하며, 높은 생산 효율을 위해 식각율 또한 높은 수준으로 유지할 수 있고, 또한, 높은 PR 선택비를 구현할 수 있는 플라즈마 식각 챔버 장치를 사용하는 플라즈마 식각 방법을 제공하는 데 있다.

【발명의 구성】

<18> 상기 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 일 관점에 따른 플라즈마 식각 방법은, 내부에 웨이퍼가 장착되는 공정 챔버, 상기 웨이퍼의 후면에 바이어스 파워(bias power)를 인가하는 바이어스 파워부, 상기 공정 챔버에 도입되는 반응 가스를 플라즈마화하기 위해 상기 공정 챔버 상에 도입되고 코일 부싱(coil bushing), 및 상기 코일 부싱에서 분지되어 상기 코일 부싱 주위를 감싸게 감기는 둘 이상 다수 개의 단위 코일들을 포함하는 플라즈마 소스 코일 구조체, 및 상기 플라즈마 소스 코일 구조체에 상기 플라즈마 발생을 위한 소스 파워를 인가하는 소스 파워부를 포함하는 플라즈마 챔버 장비의 상기 공정 챔버에 웨이퍼를 장착하는 단계, 및 상기 소스 파워를 500W 이하로 인가하며 상기 반응 가스를 상기 공정 챔버 내로 공급하여 상기 웨이퍼 상을 선택적으로 식각하는 단계를 포함하여 수행된다.

<19> 이때, 상기 단위 코일들은 3개 이상의 다수이며 상기 감긴 회전수는 3 이하인 것을 사용할 수 있다.,

<20> 상기 소스 파워는 대략 300W 내지 450W로 인가될 수 있다.

- <21> 상기 소스 파워와 상기 바이어스 파워는 대략 0.2 내지 5의 비를 유지하도록 각각 인가될 수 있다.,
- <22> 상기 반응 가스는 염소 가스 및 삼염화보론 가스를 포함하여 공급될 수 있다.
- <23> 본 발명에 따르면, 보다 낮은 플라즈마 소스 파워에서도 패턴의 양호한 수직 프로파일을 구현하며, 높은 생산 효율을 위해 식각율 또한 높은 수준으로 유지할 수 있고, 또한, 높은 PR 선택비를 구현할 수 있다.
- <24> 이하, 첨부도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다.
- <25> 본 발명의 실시예에서는, 플라즈마 발생을 위한 플라즈마 소스 코일 (plasma source coil)을 새로운 형태의 코일로 도입한 개선된 플라즈마 챔버 장치를 사용하여, 보다 낮은 플라즈마 소스 파워에서도 패턴의 양호한 수직 프로파일을 구현하며, 높은 생산 효율을 위해 식각율 또한 높은 수준으로 유지할 수 있고, 또한, 높은 포토레지스트 식각 선택비를 구현하는 플라즈마 식각 방법을 제공한다.
- <26> 도 1은 본 발명의 실시예에 의한 플라즈마 챔버 장치를 설명하기 위해서 개략적으로 도시한 단면도이다. 도 2는 본 발명의 실시예에 의한 플라즈마 챔버 장치에 도입된 플라즈마 발생 코일을 설명하기 위해서 개략적으로 도시한 평면도이다.
- <27> 도 1 및 도 2를 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 바람직하게 건식 식각 장치로서의 플라즈마 챔버 장치는, 공정 공간을 제공하는 벽면을 가지는 챔버 (100)와 돔 (dome:110) 등을 포함하고, 이들에 의해서 일정 크기의 내부 공간 (120)을 설정한다.

이러한 내부 공간 (120)은 외부와 차단되며 식각 공정 등이 수행되기 위해서 대기압보다 현저히 낮은 압력, 예컨대, 진공으로 유지된다.

<28> 내부 공간 (120) 내에는 공정 처리가 이루어질 반도체 기판, 예컨대, 웨이퍼 (300)를 지지하기 위한 기판 지지부 (200), 예컨대, 정전척 (ESC) 등이 하부 공간에 배치된다. 이러한 기판 지지부 (200)에는 웨이퍼 (300)의 후면에 바이어스 파워 (bias power)를 인가하기 위한 바이어스 파워부 (530)가 전기적으로 연결된다. 이러한 바이어스 파워부 (530)는 RF 전원으로 구성된다.

<29> 돔 (110)의 외측 표면에는 플라즈마 (130) 형성을 위한 플라즈마 코일 구조체 (410, 420)가 일정 구조로 배치된다. 이러한 플라즈마 코일 구조체 (410, 420)는, 도 2에 제시된 바와 같이, 중앙에 배치된 코일 부싱 (coil bushing: 410)과 이 코일 부싱 (410) 둘레를 나선형으로 감는 복수개의 단위 코일들 (421, 423, 425)을 포함하는 코일부 (420) 등을 포함하여 구성된다.

<30> 본 실시예에서는 3개의 단위 코일들 (421, 423, 425)을 예시적으로 나타내었지만, 반드시 3개에 한정될 필요가 없다는 것은 당연하다. 즉, 코일 수는 m 은 2 이상인 정수일 수 있으며, 또한, 각각의 단위 코일들 (421, 423, 425)은, n 회의 회전수로 감긴 상태일 수 있다. 이때, 회전수 n 은 양의 실수 값일 수 있다.

<31> 따라서, 상기 단위 코일들 (421, 423, 425)의 회전수 n 은 반드시 정수일 필요는 없으며, 예컨대 1.25 회의 회전수를 가질 수도 있다. 그럼에도 불구하고, 단위 코일 수 m 이 바람직하게 3 이상이고, 회전수 n 은 3 이하일 수 있다. 실질적으로 단위 코일 수는 코일 부싱 (410) 주위에 그 배치가 허용되는 한 다수 개, 예컨대, 5개

또는 그 이상으로 도입될 수 있다. 또한, 회전수 또한 공간이 허용하는 한 다수 번으로 도입될 수 있다.

<32> 그럼에도 불구하고, 설명의 용이성을 위해, 본 발명의 실시예에서는 단위 코일 수 m 이 바람직하게 3이고, 회전수 n 이 바람직하게 2인 경우를 도 2에 예시하고 이러한 도 2를 예시로서 참조하여 설명한다.

<33> 상기 코일 부싱 (410)은 복수개의 단위 코일들 (421, 423, 425)과 동일한 재질로 구성된다. 예컨대, 단위 코일들 (421, 423, 425)이 구리 (copper) 재질로 이루어진 경우 코일 부싱 (410)도 구리 재질로 만들 수 있다. 그러나, 경우에 따라서는 단위 코일들 (421, 423, 425)과는 다른 재질로 만들어질 수도 있는데, 그러나, 이 경우에도 도전성 재질을 사용하여야 한다. 코일 부싱 (410)의 중앙에는 코일 부싱 (410)의 상부면에 수직한 방향으로 돌출된 지지봉 (411)이 배치된다. 이 지지봉 (411) 또한 도전성 재질, 예컨대 구리 재질로 이루어진다.

<34> 도 2를 도 1과 함께 참조하면, 코일 부싱 (410)의 중앙부에서 그 표면으로부터 수직 방향으로 돌출되도록 지지봉 (411)에 플라즈마 발생을 위한 플라즈마 소스 파워를 제공하기 위한 소스 파워부 (510)을 전기적으로 연결한다. 소스 파워부 (510)은 RF 전원으로 구성될 수 있다. 따라서, 소스 파워부 (510)의 RF 파워는 지지봉 (411) 및 코일 부싱 (410)을 통하여 단위 코일들 (421, 423, 425)로 전달된다. 단위 코일들 (421, 423, 425)의 다른 단부는 바람직하게 접지된다.

<35> 이와 같은 구조의 플라즈마 챔버 장치에 있어서, 소스 파워부 (510)에 의해 RF 파워를 공급받는 단위 코일들 (421, 423, 425)은 전기장을 발생시키고, 이러한

전기장은 바람직하게 세라믹(ceramic)으로 구성된 돔(110)을 통과하여 챔버 내부 공간(120) 내로 유기된다. 챔버 내부 공간(120) 내에 유기된 전기장은 챔버 내부 공간(120) 내의 가스 속에 방전을 발생시켜 가스를 플라즈마화하여 플라즈마(130)를 발생시키고, 이러한 플라즈마(130)의 중성 라디컬(radical) 입자들과 전하를 띤 이온(ion) 사이의 화학 반응을 발생시킴으로써, 웨이퍼(300) 표면이 처리되도록 한다.

<36>

총래의 플라즈마 챔버 장치의 경우, 챔버 내부 공간 내에 만들어지는 플라즈마 밀도는 웨이퍼 중심 부분에서 높고 웨이퍼 가장자리 부분에서는 낮은 불균일한 밀도 분포를 나타내었다. 그러나, 본 발명에 따른 플라즈마 챔버 장치의 경우에는 코일 부싱(410)의 존재로 인하여 웨이퍼(300) 중심 부분에서의 플라즈마 밀도를 감소시켜서 전체적으로 플라즈마 밀도가 균일해진다.

<37>

도 2에 제시된 바와 같이 플라즈마 발생을 위한 플라즈마 코일 구조체(410, 420)를 코일 부싱(410)과 그 주위로 분지되어 나가는 다수의 코일들(421, 423, 425)로 구성함으로써, 소스 파워를 보다 낮게 인가하면서도 높은 식각율을 구현하고 높은 PR 선택비를 구현할 수 있다. 이와 같이 도 1 및 도 2에 제시된 바와 같은 본 발명의 실시예에 의한 플라즈마 챔버 장치를 사용하는 식각 방법을 다음의 도 3 및 도 4a, 도 4b를 참조하여 설명한다.

<38>

도 3은 본 발명의 실시예에 의한 플라즈마 챔버 장치를 사용한 플라즈마 식각 방법을 설명하기 위해서 개략적으로 도시한 흐름도(flow chart)이다. 도 4a 및 도 4b는 본 발명의 실시예에 의한 플라즈마 챔버 장치를 사용한 플라즈마 식각 방법을 설명하기 위해서 개략적으로 도시한 단면도들이다.

<39> 도 3을 참조하면, 본 발명의 실시예에 의한 플라즈마 챔버 장치를 사용한 플라즈마 식각 방법은, 먼저, 도 1 및 도 2를 참조하여 설명한 바와 같은 플라즈마 챔버 장치의 공정 챔버 (도 1의 100) 내에 웨이퍼 (도 1의 300)를 장착한다 (도 3의 610).

<40> 이때, 웨이퍼 (300)는 도 4a에 제시된 바와 같이, 하부 물질층 (310), 예컨대, 실리콘 산화물층 상에 장벽층 (320), 금속층 (330), 반사 방지층 (340)이 순차적으로 형성된 웨이퍼 (300)로서, 금속층 (330) 등을 금속 라인 패턴으로 패터닝하기 위해서 포토 레지스트 패턴 (350)이 형성된 구조를 가질 수 있다.

<41> 이와 같은 웨이퍼 (300)를 공정 챔버 (100) 내의 기판 지지부 (200) 상에 장착한 후, 반응 가스, 예컨대, 금속층의 식각을 위한 에천트 (etchant)로서 염소 가스 (Cl_2) 및 삼염화보론 가스 (BCl_3)를 포함하는 반응 가스를 공정 챔버 (100) 내로 공급한다. 이때, 염소 가스와 삼염화보론 가스의 비는 대략 2:1 또는 그 이상인 것이 바람직하다. 이와 함께, 플라즈마 발생을 위해서 소스 파워부 (510)로부터 플라즈마 코일 구조체 (410, 420)로 RF 파워를 인가한다. 그리고, 웨이퍼 (300)의 후면에 바이어스 파워부 (530)로부터 바이어스 파워를 인가하여 식각 공정을 수행한다 (도 3의 630).

<42> 이때, 소스 파워부 (510)로부터 제공되는 소스 파워는 대략 500 W 이하의 RF 파워이도록 한다. 물론, 소스 파워는 반응 가스가 플라즈마로 여기될 수 있는 최소 RF 파워, 예컨대, 대략 10W 내지 100W 이상이어야 한다. 소스 파워는 바람직하게는 대략 300W 내지 450W 정도 제공된다. 그리고, 바이어스 파워는 대략 100W 내지 200W 정도의 RF 파워일 수 있다. 이때, 소스 파워와 바이어스 파워의 비는 대략 0.2 내지 5 정도로 유지되는 것이 바람직하다. 이와 같이 소스 파워를 500W 이하로 낮게 인가하는 것은 PR 선택비를 보다 높게 구현하기 위해서이다.

<43> 이제까지의 전형적인 ICP 소스 형태의 플라즈마 장치에서는 소스 파워로서 대략 800W 내지 1000W 이상의 높은 RF 파워를 제공하고 있다. 이러한 경우, 비록 식각량의 저하를 방지할 수도 있으나 높은 PR 선택비를 구현하지 못해 패터닝하고자 하는 금속층의 상측 모서리 또는 반사 방지층에의 손실이 수반되고 있다. 이러한 문제들을 해결하기 위해서 본 발명의 실시예에서는 도 1 및 도 2를 참조하여 설명한 바와 같이 개선된 구조의 플라즈마 챔버 장치를 제시하고, 또한, 플라즈마 발생을 위한 소스 파워를 대략 500W 이하의 RF 파워로 제공하는 바를 제시한다.

<44> 이와 같은 식각 과정에 의해서 도 4b에 제시된 바와 같이 장벽층 패턴 (320'), 금속층 패턴 (330'), 반사 방지층 패턴 (340')의 패터닝 구조를 얻게 된다. 이때, 잔류 포토레지스트 패턴 (350')은 충분히 반사 방지층 패턴 (340')을 덮도록 유지될 수 있다. 이는 본 발명의 실시예에 따른 식각 방법이 높은 PR 선택비를 구현할 수 있는데 기인한다. 더욱이, 이러한 높은 PR 선택비를 구현함과 동시에 높은 식각율 및 형성된 패턴이 수직 프로파일을 가지도록 허용할 수 있다.

<45> 이와 같은 본 발명의 실시예에 따른 효과는 다음의 도 5의 주사전자현미경 (SEM: Scanning Electron Microscope) 사진에 의해 입증된다.

<46> 도 5는 본 발명의 실시예에 의한 플라즈마 챔버 장치를 사용한 플라즈마 식각 방법의 효과를 설명하기 위해서 개략적으로 도시한 주사전자현미경 (SEM: Scanning Electron Microscope) 사진이다.

<47> 도 5를 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 식각 방법에 의해서 형성되는 패턴이 상측 어깨부의 손상 (top shoulder loss)의 발생없이 수직한 프로파일을 가지는 것을 알 수 있다. 이와 같은 도 5의 사진은, 도 4a 및 도 4b를 참조하여 설명한 바와

같은 웨이퍼 (300) 상의 물질층 구조에 대해서 본 발명의 실시예에 따른 식각 방법을 이용하여 얻은 패턴 구조물에 대해서 얻어진 것이다.

<48> 보다 상세하게 설명하면, 먼저, 도 4a에 제시된 바와 같이 웨이퍼 (300) 상에 하부 물질층 (310)으로 실리콘 산화층을 도입하고, 그 상에 장벽층 (320)으로 티타늄/티타늄 질화물층 (Ti/TiN layer)을 대략 300Å 내지 1500Å 정도 도입하고, 장벽층 (320) 상에 대략 8000Å의 알루미늄 (Al)층을 금속층 (330)으로 도입하고, 금속층 (330) 상에 반사 방지층 (340)을 대략 500Å 내지 1000Å 두께의 티타늄 질화물층으로 도입하고, 그 상에 포토레지스트 패턴 (350)을 도입하였다.

<49> 연후에, 도 1 내지 도 3을 참조하여 설명한 바와 같이, 낮은 소스 파워를 인가하며 선택적 식각 과정을 수행하여 도 4b에 제시된 바와 같이 패턴닝하였다. 보다 상세하게 설명하면, 도 1에 제시된 바와 같은 본 발명의 실시예에서 제시한 플라즈마 챔버 장비에 도 2에 제시된 바와 같은 플라즈마 소스 코일 구조체 (410, 420)를 도입하였다. 이때, 단위 코일부 (420)는, 도 2에 제시된 바와 같이, 3 개의 단위 코일들 (421, 423, 425)로 구성되고, 각각의 단위 코일들 (421, 423, 425)은 각각 2의 회전수로 감긴 상태로 도입되었다.

<50> 물론, 단위 코일부 (420)는 앞서 설명한 바와 같이 2 이상의 다수의 단위 코일들로 구성될 수 있고, 또한, 각각의 단위 코일은 양의 실수로서의 회전수로 감긴 상태일 수 있으나, 본 발명의 실시예에 따른 플라즈마 챔버 장비를 사용한 식각 방법의 효과를 입증하기 위해서 상기한 코일 형태를 선택하였다.

<51> 이와 같이 구성된 플라즈마 챔버 장비에 상기한 웨이퍼 (300)를 기판 지지부 (200)에 인가한 후, 반응 가스로 염소 가스와 삼염화보론 가스를 대략 2:1로 포함하

는 가스를 공급하며, 소스 파워로 대략 450W를 제공하고 바이어스 파워로 대략 300W 정도를 인가하며 식각 과정을 수행하였다. 이후 잔류 포토레지스트 패턴을 애싱 및 스트립 (ashing and strip) 등으로 제거한 결과물의 수직 단면을 SEM 사진 촬영한 결과 도 5에 제시된 바와 같은 SEM 사진을 얻을 수 있었다.

<52>

도 5의 사진에 따르면, 금속층 패턴 (330'), 즉, 알루미늄층 패턴은 수직한 프로파일을 가지는 것을 확인할 수 있다. 이는 플라즈마 발생을 위한 소스 파워를 450W로 낮게 유지하였음에도 언더 컷 (under cut) 등의 발생이 방지되었음을 입증한다. 이때, 실질적인 식각량은 대략 8000Å/분 내지 10000Å/분 이상의 높은 수준으로 측정되었다. 이는 본 발명의 실시예에 따른 식각 방법이 매우 높은 공정 효율을 구현할 수 있음을 입증한다.

<53>

또한, 알루미늄층 패턴, 실질적으로 반사 방지층 패턴 (340')인 티타늄 질화물층 패턴의 상측 어깨부에 손실의 발생이 없는 것을 확인할 수 있다. 이러한 상측 어깨부 손실 발생이 없다는 것은 식각 과정이 완료될 때까지 포토레지스트 패턴 (350')이 유지되었음을 입증한다. 즉, 매우 높은 수준의 PR 선택비를 구현할 수 있음을 입증한다. 실질적으로, 대략 3 이상의 PR 선택비를 구현할 수 있었다.

<54>

이러한 효과는 종래의 전형적인 ICP 소스 형태의 플라즈마 챔버 장비에서는 구현하기 어려운 효과이다. 종래의 전형적인 ICP 소스 형태의 플라즈마 챔버 장비에서는, 도 5의 사진을 얻기 위해 이용된 동일한 웨이퍼 구조물에 대해서, 대략 8000Å/분 정도의 식각율을 얻기 위해서 또한 수직한 프로파일을 얻기 위해서는, 대략 1000W 이상의 소스 파워의 인가가 요구되었다. 이러한 경우에, PR 선택비는 대략 2 정도 이상 구현되기 어려워 상측 어깨부의 손실이 크게 발생되었다. 이와 같이 상측 어깨부

의 손실의 발생은 결국 알루미늄층 패턴의 선폭 및 저항에 큰 악영향을 미치므로, 실제 양산 공정에서는 적용되기 어렵다.

<55> 또한, 종래의 전형적인 ICP 소스 형태의 플라즈마 챔버 장비에서 이러한 어깨부 손실을 방지하기 위해서, 즉, PR 선택비를 높이기 위해서 소스 파워를 낮출 경우 패턴의 수직한 프로파일을 얻는 것은 매우 어렵다. 실질적으로, 종래의 전형적인 ICP 소스 형태의 플라즈마 챔버 장비에서 소스 파워를 대략 500W 정도로 낮춰 인가할 경우, 패턴에 언더 컷의 발생이 극심해지는 것을 관찰할 수 있었다.

<56> 이와 같은 관측 결과들로 볼 때 본 발명의 실시예에 따른 효과는, 본 발명의 실시예에서 도 1 및 도 2에 제시된 바와 같이 개선된 플라즈마 발생 코일 구조를 가지는 개선된 플라즈마 챔버 식각 장비를 사용함에 주로 기인하는 것으로 예측된다.

<57> 한편, 본 발명의 실시예에서와 같이 플라즈마 발생을 위한 소스 파워를 대략 500W 이하로 낮게 인가함에 따라, 높은 소스 파워 인가에 따라 필연적으로 발생하던 웨이퍼 아킹 및 공정 챔버 내부 부품에의 플라즈마 손상 발생을 효과적으로 방지할 수 있다. 이에 따라, 이러한 손상에 의해서 크게 발생하던 파티클 문제의 개선을 구현할 수 있다. 따라서, 공정 원가 절감을 구현할 수 있다.

<58> 이상, 본 발명을 구체적인 실시예를 통하여 상세히 설명하였으나, 본 발명은 이에 한정되지 않고, 본 발명의 기술적 사상 내에서 당 분야의 통상의 지식을 가진 자에 의해 그 변형이나 개량이 가능한 것으로 이해되어야 함이 명백하다.

【발명의 효과】

<59> 상술한 바와 같은 본 발명에 따르면, 개선된 플라즈마 발생 코일 구조체를 도입한 플라즈마 챔버 장비를 사용하여, 플라즈마 발생을 위한 소스 파워를 대략 500W 이하로 낮게 인가하면서도 양호한 패턴을 구현할 수 있는 식각 방법을 제공할 수 있다.

<60> 소스 파워를 낮게 인가함에도 불구하고, 개선된 플라즈마 발생 코일 구조체의 도입으로 패턴은 언더 컷의 발생없이 수직한 프로파일을 가질 수 있다. 또한, 식각 과정 중에 PR 선택비는 대략 2.5 이상의 높은 수준으로 구현될 수 있다. 더욱이, 식각율 또한 대략 8000Å/분 이상의 높은 수준, 심지어 10000Å/분 이상의 높은 수준으로 구현할 수 있다.

<61> 높은 식각율과 높은 식각 선택비 및 수직한 프로파일을 낮은 소스 파워에서 구현하며, 챔버 내부의 플라즈마에 의한 손상을 효과적으로 방지할 수 있다. 이에 따라, 원가 절감 및 파티클 개선을 가능하게 할 수 있다.

【특허청구범위】

【청구항 1】

내부에 웨이퍼가 장착되는 공정 챔버,

상기 웨이퍼의 후면에 바이어스 파워 (bias power)를 인가하는 바이어스 파워부

,

상기 공정 챔버에 도입되는 반응 가스를 플라즈마화하기 위해 상기 공정 챔버

상에 도입되고 코일 부싱 (coil bushing), 및 상기 코일 부싱에서 분지되어 상기 코일

부싱 주위를 감싸게 감기는 둘 이상 다수 개의 단위 코일들을 포함하는 플라즈마 소

스 코일 구조체, 및

상기 플라즈마 소스 코일 구조체에 상기 플라즈마 발생을 위한 소스 파워를 인

가하는 소스 파워부를 포함하는 플라즈마 챔버 장비의

상기 공정 챔버에 웨이퍼를 장착하는 단계; 및

상기 소스 파워를 500W 이하로 인가하며 상기 반응 가스를 상기 공정 챔버 내로

공급하여 상기 웨이퍼 상을 선택적으로 식각하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하

는 플라즈마 식각 방법.

【청구항 2】

제1항에 있어서,

상기 단위 코일들은 3개 이상의 다수이며 상기 감긴 회전수는 3 이하인 것을 사

용하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 식각 방법.

【청구항 3】

제1항에 있어서,

상기 소스 파워는 대략 300W 내지 450W로 인가되는 것을 특징으로 하는 플라즈마 식각 방법.

【청구항 4】

제1항에 있어서,

상기 소스 파워와 상기 바이어스 파워는 대략 0.2 내지 5의 비를 유지하도록 각각 인가되는 것을 특징으로 하는 플라즈마 식각 방법.

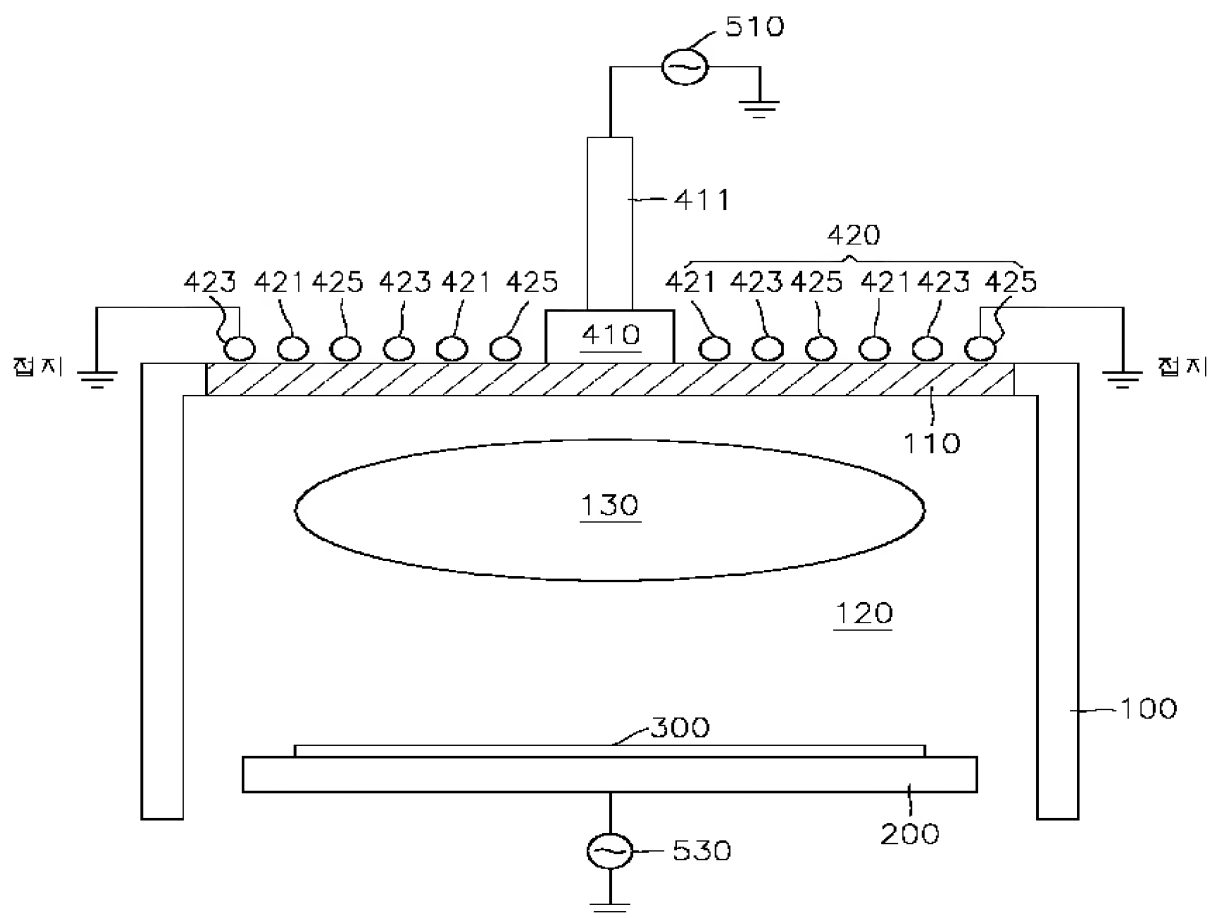
【청구항 5】

제1항에 있어서,

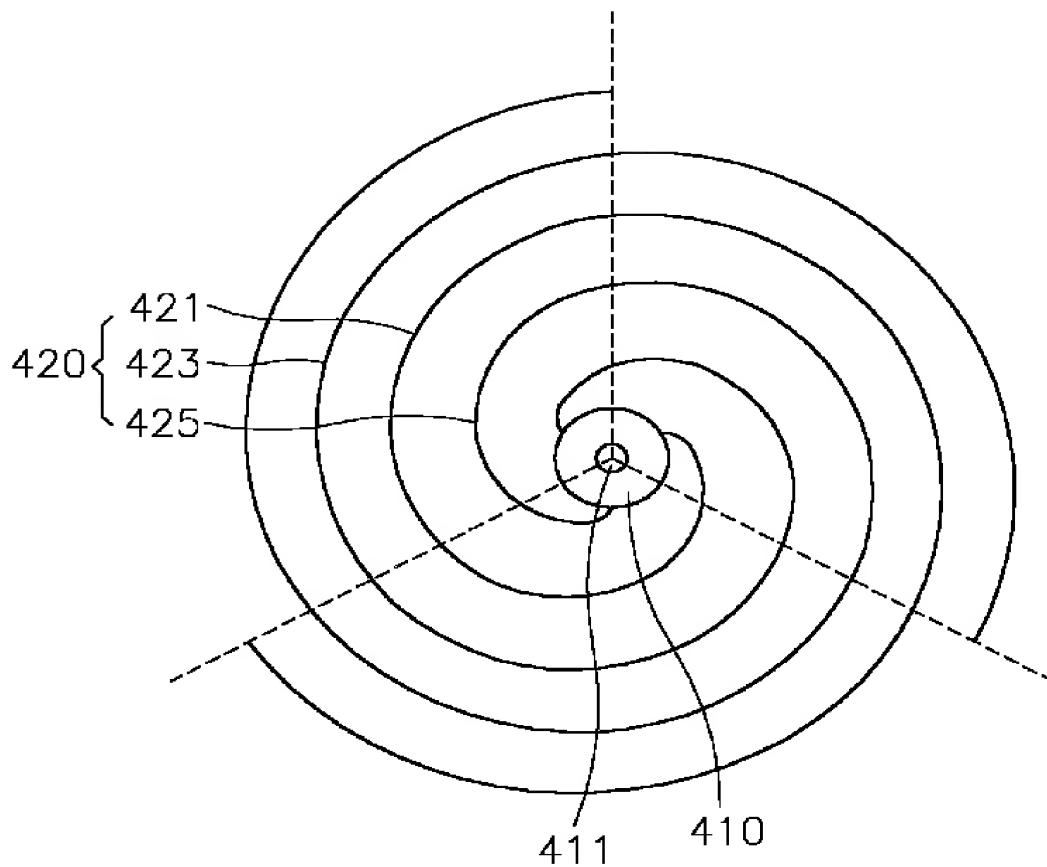
상기 반응 가스는 염소 가스 및 삼염화보론 가스를 포함하여 공급되는 것을 특징으로 하는 플라즈마 식각 방법.

【도면】

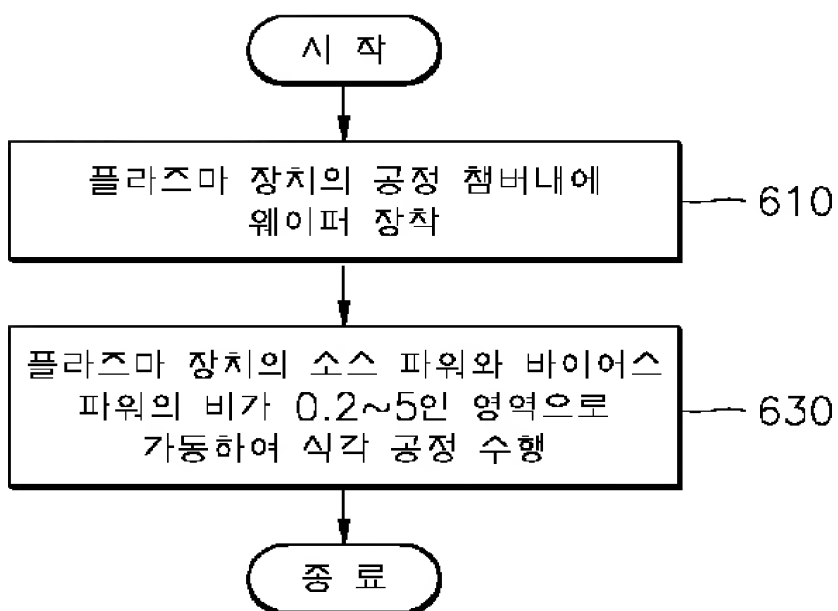
【도 1】



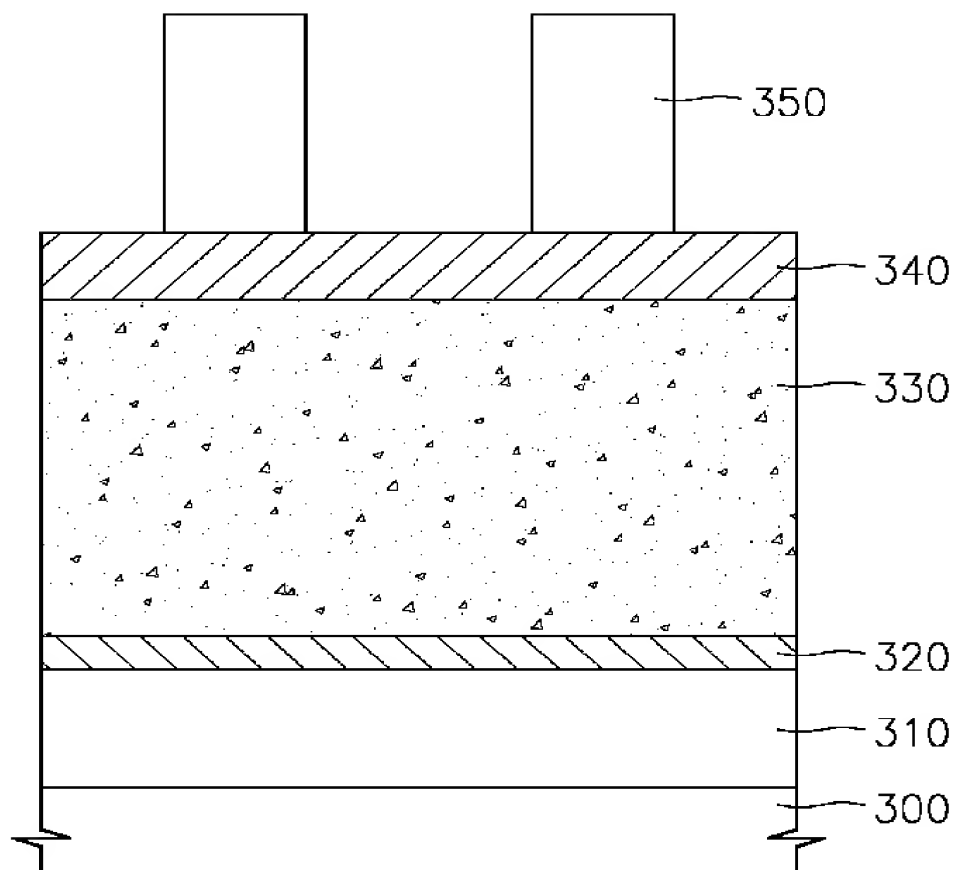
【도 2】



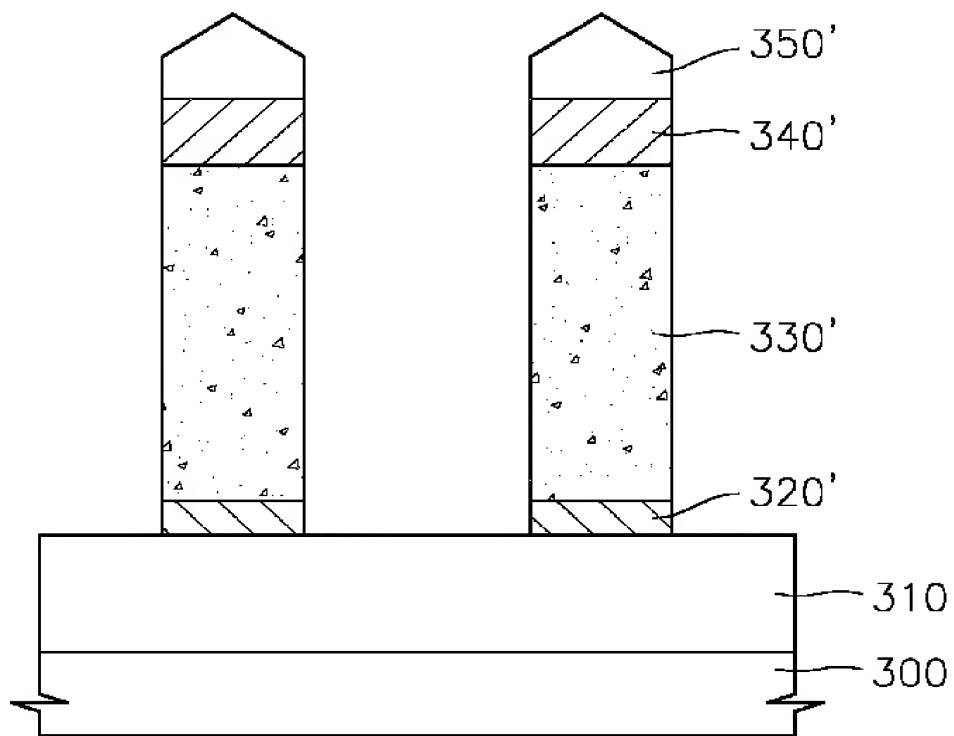
【도 3】



【도 4a】



【도 4b】



【도 5】

